

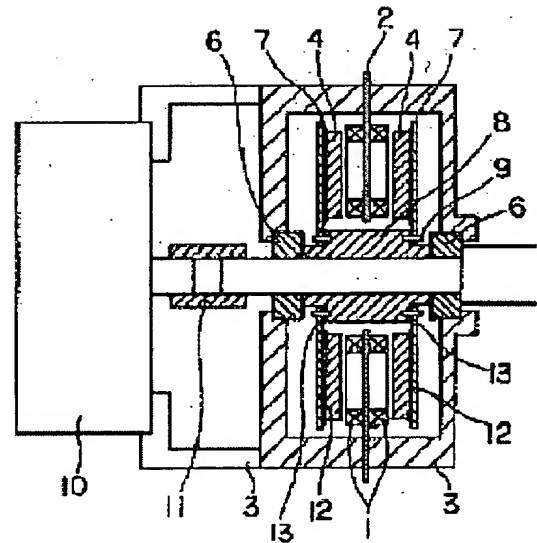
**MOTOR PROVIDED WITH SPEED DETECTOR**

Patent number: JP11122887  
Publication date: 1999-04-30  
Inventor: OIWA SHOJI  
Applicant: JAPAN SERVO CO LTD  
Classification:  
- international: H02K21/24; H02K1/27; H02K29/14  
- european:  
Application number: JP19970289215 19971007  
Priority number(s):

**Abstract of JP11122887**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a motor wherein uneven rotational characteristic is stabilized by forming in a high-rotation precision control system a high-gain control system which suppresses oscillations in the control system through a simple method, without the use of expensive and complicated control techniques or energizing method and with high in the response frequency of a servo system.

**SOLUTION:** This motor is formed as brushless motor by fixing a rotor yoke 7 with magnets 7 installed thereon on a motor shaft 5 via a bush 8, faced opposite a coreless stator coil 1 to the magnets 4 with a gap in-between, and installing an encoder 10 for speed control. An adhesive sheet 12 having buffering capability is inserted between the rotor yoke 7 and the magnets 4, and a self-lubricating sheet 13 having a low coefficient of friction and buffering capability is inserted into between the rotor yoke 7 and the bush 8.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-122887

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 21/24

1/27

29/14

識別記号

5 0 3

F I

H 0 2 K 21/24

1/27

29/14

M

5 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平9-289215

(22) 出願日

平成9年(1997)10月7日

(71) 出願人 000228730

日本サーボ株式会社

東京都千代田区神田美土代町7

(72) 発明者 大岩 昭二

埼玉県与野市円阿弥5-8-45番地 日本

サーボ株式会社研究所内

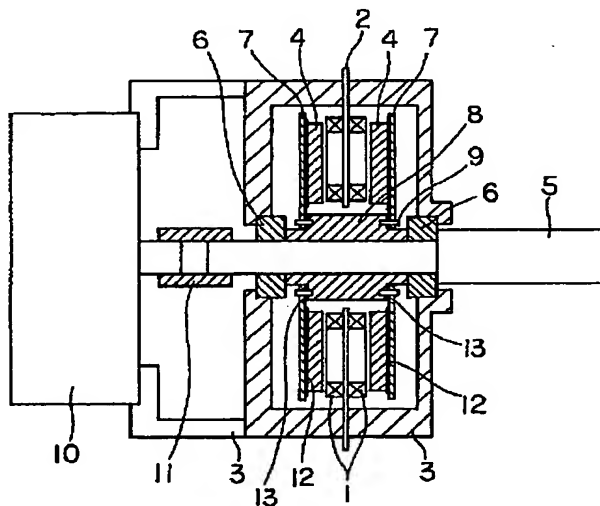
(74) 代理人 弁理士 澤木 誠一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 速度検出器を備えたモータ

(57) 【要約】

【課題】 従来の低速高回転精度を必要とする速度検出器を備えたモータにおいては、モータ自身が発生する振動で制御ループが発振する欠点があった。

【解決手段】 モータ軸にマグネットを取り付けたロータヨークをブッシュを介して固定し、コアレスの固定子コイルを上記マグネットに空隙を介して対向配置し、速度制御のためのエンコーダを取り付けたブラシレスモータにおいて、ロータヨークとマグネット間に緩衝特性を有する接着シートを介挿し、ロータヨークとブッシュ間に低摩擦係数で緩衝特性のある自己潤滑性シートを挿入する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 モータ軸と一体的に回転するブッシュにモータ軸方向に互に対向して2枚のロータヨークを固定し、この各ロータヨークの対向面に上記モータ軸方向に多極に着磁された偏平マグネットを取り付け、上記偏平マグネット間の空隙にコアレスの固定子コイルを配置し、この固定子コイルを非磁性板を介してモータケースに固定し、速度制御するためのエンコーダを取り付けた構成からなる多相モータにおいて、上記ロータヨークとマグネット間に緩衝特性を有する接着シートを介挿し、上記ロータヨークとブッシュ間に低摩擦係数で緩衝特性のある自己潤滑性シートを挿入したことを特徴とする速度検出器を備えたモータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、速度検出器を備えたモータ、特に、高分解能エンコーダを取り付けた、OA機器、医療機器又は工作機械等の負荷をダイレクトドライブするアキシャルギャップ（偏平）構造のDCブラシレスモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、負荷をモータで直接駆動するダイレクトドライブ方式のものでは、モータと負荷間に回転伝達機構が存在しないため、モータの回転精度をそのまま負荷に伝達できる利点がある。

【0003】然しながら、このようなダイレクトドライブ方式では、歯車のような減速機構が介在されないため、低速で回転ムラの少ない高精度の速度制御システムを構築するには、高分解能のエンコーダを速度検出用としてモータ軸に連結し、速度制御のサーボ系ループゲインを大きく設計する必要がある。

【0004】図4はダイレクトドライブ方式のモータの動特性を示す一般的な速度制御系ループのボード線図である。

【0005】CD-ROM、FDD、VTR等のメディアドライブ系の用途においては、安価である必要性から速度検出器のFG（周波数発電機）の周波数 $f$ が高くとれないため、むだ時間が大きく、PI（比例積分）制御系の応答周波数は制御系の安定性から $f/10$ 以下が目安となり、図4の破線のようにほとんどが50Hz（ $f_o$ ）以下であるが、上記のような装置では実用的に十分である。

【0006】これに対し、モータ軸に高分解能（5000PPR）のエンコーダを取り付けた、低速高回転精度を必要とするOA機器、医療機器でのPI制御による場合は図4の実線のように、制御系の応答周波数は400Hz（ $f_s$ ）近くまで達しており、1～1.5KHzに共振点 $f_m$ が存在する。

【0007】図5は従来の偏平マグネット対向のコアレス・アキシャルギャップ形三相DCブラシレスモータを

示し、1はコアレスの固定子コイル、2はこの固定子コイル1を支持する非磁性板、3はこの非磁性板2を支持するモータケース、4は固定子コイル1を挟んで空隙を介して対向して配置した、軸方向に着磁された多極の偏平焼結マグネット、5はモータケース3に軸受6を介して回転自在に支持したモータ軸、7はブッシュ8及び回転止めピン9を介してモータ軸5に固定したロータヨーク、10は高分解能エンコーダ、11はこのエンコーダ10とモータ軸5間を連結するカップリングである。

【0008】図5に示した従来構造のブラシレスモータにおいては、コアレスであり、磁気回路の構成部品は全てモータ軸と共に回転するため、コギングトルクが少なくヒステリシス損や渦電流損が無く効率が良いという利点はあるが、その反面モータ自身の粘性抵抗がなくなり、速度応答のダンピング特性が悪化するという欠点がある。

【0009】また、モータの可動部分を構成する機械構造部品の固有振動数 $f_c$ のほとんどが数KHzにあり、上述のメディア系用応答周波数が $f_o$ のように固有振動数 $f_c$ の値と大きく差があれば、制御回路でローパスフィルタ通して $f_o$ 以上の周波数成分をカットすることで $f_c$ の影響が生じないようにできる。しかし、高回転精度用応答周波数が $f_s$ のように $f_o$ に近いと有効なローパスフィルタを挿入できない。

【0010】また、図6のように、三相モータのコイルU相、V相、W相は、双方向に120度通電され、矩形波状の電流波形となつていて、通電の初期、末期には高調波を含む電流が通電される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記のように従来の構成では、固定子コイル1に高調波を含む電流が通電されるため、マグネット4と固定子コイル1の電磁力によりマグネット4には0.5～10KHzの比較的高い周波数成分の微小振動が生じ、その微小振動はマグネット4、ロータヨーク7、ブッシュ8、モータ軸5、カップリング11を介して高分解能エンコーダ10に伝達され、制御回路を経由して固定子コイル1に電流として戻り、このループで共振した周波数は図4に示す共振点 $f_m$ となり、異常音を発生したり、回転ムラに影響を及ぼす場合を生じる。

【0012】このような微小振動を遮断するためにはローパスフィルタを挿入すれば良いが、制御系の安定度確保のため応答周波数の値を下げることになり、回転ムラが悪化する傾向になり実現は難しい。また、現代制御の手法により解決する方法もあるが、やはりコスト的に難しい。

【0013】上記微小振動の加振源はモータコイルへの通電電流波形にあるから電流波形を正弦波状にして、高調波成分を除去すれば良いが、PWM制御も併用しているため改善にはかなりのコストアップを伴う。

【0014】本発明の目的は、上記の欠点を除き、高回転精度制御システムにおいて、高価で複雑な制御技術や通電方法を使用することなく、簡潔な方法で制御系の発振を押さえ、高ゲインでサーボ系の応答周波数が高い制御系を構成し回転ムラ特性を安定にするようなモータを得ることにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の速度検出器を備えたモータは、モータ軸と一体的に回転するブッシュにモータ軸方向に互に対向して2枚のロータヨークを固定し、この各ロータヨークの対向面に上記モータ軸方向に多極に着磁された偏平マグネットを取り付け、上記偏平マグネット間の空隙にコアレスの固定子コイルを配置し、この固定子コイルを非磁性板を介してモータケースに固定し、速度制御するためのエンコーダを取り付けた構成からなる多相モータにおいて、上記ロータヨークとマグネット間に緩衝特性を有する接着シートを介挿し、上記ロータヨークとブッシュ間に低摩擦係数で緩衝特性のある自己潤滑性シートを挿入したことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下図面によって本発明の実施例を説明する。

【0017】本発明においては図1に示すように、緩衝特性を有する接着シート12によりマグネット4をロータヨーク7に固定し、マグネット4とロータヨーク7間の固定力を強くすると共に、低摩擦係数で緩衝特性のある自己潤滑性シート13を介してロータヨーク3をブッシュ5に取り付ける。

【0018】なお、ロータヨーク3とマグネット4は磁気回路を構成する部品であり、その間の空隙は磁気抵抗増加になり、磁気回路のパーミアンス係数が低下し固定子コイル1に鎖交する磁束が低下し、結果としてモータ特性が低下する。このような理由からの上記接着シート12の厚みは0.1～0.3mmとする必要があり、且つ均一であり回転方向のねじれに対する緩衝性も必要であり、作業性の良いことも重要である。

【0019】また、自己潤滑油性シート13を用いる理由は、ロータヨーク7とブッシュ8はマグネット4で発生する回転トルクをモータ軸5に確実に伝達する必要があり、マグネット4とモータコイル1の空隙調整も兼ね、且つねじれに対する滑り特性と緩衝特性を得るためである。

【0020】図2は本発明モータの振動特性を確認するための試験装置であって、固定子コイルの二相間に一定の振幅で正弦電圧を印加し正弦波電流を流し、その周波数を100～1000Hzの範囲で変化させた場合のモータ軸での回転方向振動レベルを測定するため、モータ軸5に加速度センサ14をレバー15とネジ16を用いて固定したものである。

【0021】図3は図2の試験装置においてモータ軸5

に生じる回転方向の微小振動の低減効果を示す試験データで、実線は従来のブッシュ8と、ロータヨーク7と、マグネット4を直接に固着した場合、破線は本発明の場合であり、これからモータ軸5に伝達される回転方向振動が著しく低減されることが明らかである。

【0022】上記のように本発明によれば、固定子コイル1に高調波を含む電流が通電されるとマグネット4が比較的高い周波数で回転方向と軸方向に振動するが、回転方向の振動は接着シート12の緩衝効果によりロータヨーク7で低減され、自己潤滑性シート13のすべり効果と緩衝効果によりモータ軸5では更に大きく低減される。

【0023】上記のように図1に示す本発明の速度検出器を備えたモータは、固定子コイル1とマグネット4間で生じる回転方向振動は大きく低減され、更にカップリング11で若干低減され、高分解能であるエンコーダ10にはほとんど伝達されないことから、速度制御ループを高ゲインにすることができ、回転ムラの少ない高回転精度のダイレクトドライブシステムの構築が可能となる。

【0024】

【発明の効果】上記のように、本発明の速度検出器を備えたモータにおいては、固定子コイルとマグネット間に発生する比較的高い周波数の高い回転方向振動がモータ軸に伝達されないため、速度制御ループを高ゲインにすることが可能になり、回転ムラの少ない高回転精度のダイレクトドライブシステムを構築できるようになる。

【0025】また、本発明によれば複雑な制御理論や回路構成を必要とせず非常に簡潔であり、部品構成や作業工程が非常に優れていることから、安価で且つ高回転精度のダイレクトドライブシステムを提供することができるようになる大きな利益がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に成る速度検出器を備えたモータの断面図である。

【図2】モータの回転方向振動測定方法の説明図である。

【図3】図2に示す試験装置で測定したモータ軸に伝達される回転方向振動の試験データである。

【図4】速度制御系の閉ループボード線図である。

【図5】従来技術になる速度検出器を備えたモータの断面図である。

【図6】本発明に成る速度検出器を備えたモータの固定子コイルに通電される電流波形図である。

【符号の説明】

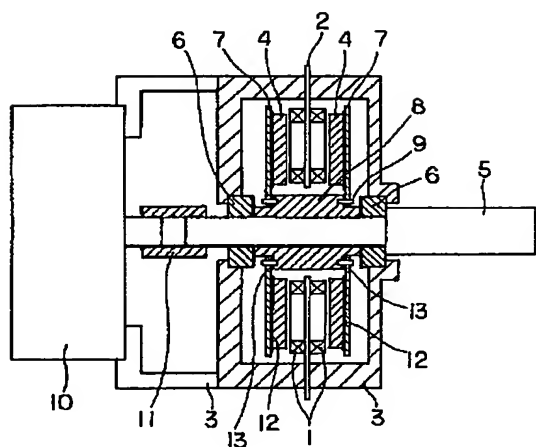
- 1 固定子コイル
- 2 非磁性板
- 3 モータケース
- 4 マグネット
- 5 モータ軸

- 6 軸受  
7 ロータヨーク  
8 ブッシュ  
9 回転止めピン  
10 エンコーダ  
11 カップリング

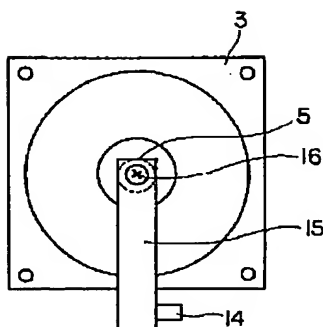
- \* 12 接着シート  
13 自己潤滑性シート  
14 加速度センサ  
15 レバー  
16 ネジ

\*

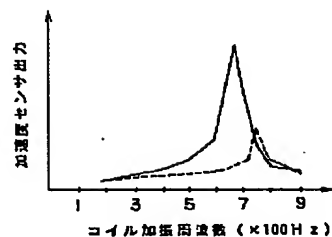
【図1】



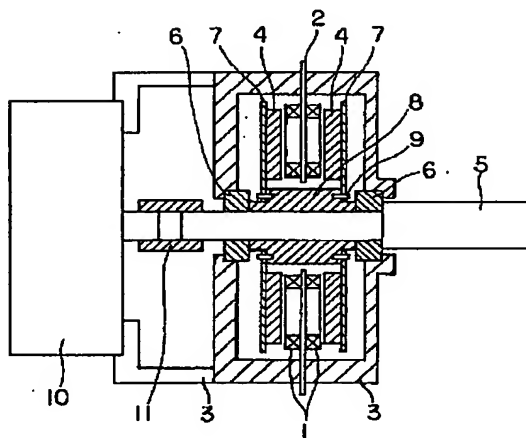
【図2】



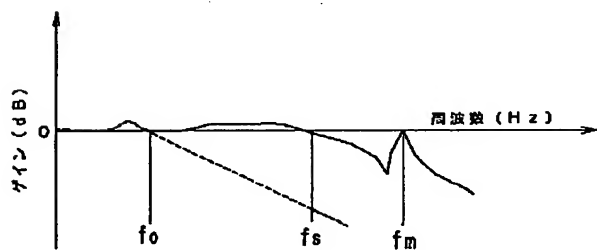
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

